

TARTU ÜLIKOOL
Sporditeaduste ja füsioteraapia instituut

Jass Kivitar

**Hematoloogiliste parameetrite muutused ajateenijatel
ajateenistuse esimese 25 nädala vältel**

**Changes in hematological parameters in conscripts during the first 25 weeks
of military service**

Magistritöö

Füsioteraapia õppekava

Juhendaja:

Prof, biol knd Phd V. Ööpik

Kaasjuhendaja:

Spetsialist, MSc S. Timpmann

Autori allkiri

Tartu 2018

SISUKORD

KASUTATUD LÜHENDID	4
LÜHIÜLEVAADE	5
ABSTRACT	6
1. KIRJANDUSE ÜLEVAADE.....	7
1.1 Vere koostis	7
1.2 Vererakkude peamised füsioloogilised funktsioonid.....	7
1.3 Akuutse kehalise koormuse mõju hematoloogilistele parameetritele.....	9
1.3.1 Plasma maht, hematokrit, erütrotsüütide arv vere ruumalaühikus ja hemoglobiini kontsentratsioon.....	9
1.3.2 Leukotsüütide arv	9
1.3.3 Trombotsüütide arv ja aktiivsus	10
1.4 Treeningu mõju hematoloogilistele parameetritele	10
1.4.1 Plasma maht, hematokrit, erütrotsüütide arv vere ruumalaühikus ja hemoglobiini kontsentratsioon.....	10
1.4.2 Leukotsüütide arv vere ruumalaühikus.....	11
1.4.3 Trombotsüütide arv vere ruumalaühikus ja aktiivsus.....	11
1.5 Militaarse treeningu mõju hematoloogilistele parameetritele sõduritel	12
2. TÖÖ EESMÄRK JA ÜLESANDED	14
3. METOODIKA	15
3.1 Uuritavad	15
3.2 Vereproovid ja analüüsid	16
3.3 Andmete statistiline töötlus	16
4. TULEMUSED	17
4.1 Erütrotsüüdid	17
4.2 Hematokrit	18
4.3 Hemoglobiini kontsentratsioon.....	19
4.4 Erütrotsüüdi keskmine maht (MCV)	20
4.5 Hemoglobiini keskmine mass erütrotsüüdis (MCH)	21
4.6 Hemoglobiini keskmine kontsentratsioon erütrotsüüdis (MCHC)	22
4.7 Leukotsüüdid	23

4.8	Trombotsüüdid.....	25
4.9	Keskmine trombotsüüdi maht (MPV).....	26
5.	ARUTELU	27
5.1	Muutused sõduri baaskursuse ajal	27
5.2	Muutused pärast sõduri baaskursust	30
6.	JÄRELDUSED.....	32
7.	KASUTATUD KIRJANDUS	33
	AUTORI LIHTLITSENTS	38

KASUTATUD LÜHENDID

MCV – erütrotsüüdi keskmine maht (ingl. *mean corpuscular volume*)

MCH – keskmine hemoglobiini hulk erütrotsüüdis (ingl. *mean corpuscular hemoglobin*)

MCHC – keskmine hemoglobiini kontsentratsioon erütrotsüüdis (ingl. *mean corpuscular hemoglobin concentration*)

MPV – trombotsüüdi keskmine maht (ingl. *mean platelet volume*)

SBK – sõduri baaskursus

LÜHIÜLEVAADE

Eesmärk: Käesoleva uurimistöö eesmärgiks oli tuvastada hematoloogiliste parameetrite võimalikud muutused ajateenistuse esimese 25 nädala vältel ajateenijatel, kes alustasid teenistust erineval ajal, üks grupp sügisel ja teine suvel.

Metoodika: Uuringus osales 94 sügisel ja 77 suvel alustanud ajateenijat. Uuritavatelt võeti veeniverd kokku viiel korral. Sügisel alustanud ajateenijatelt võeti veenivere proov neli korda sõduri baaskursuse (SBK) ajal ja 15 nädalat pärast SBK lõpetamist. Suvel alustanud ajateenijatelt võeti kolm vereproovi SBK ajal, neljas vereproov nädal ja viimane 14 nädalat pärast SBK lõpetamist. Andmete statistiliseks töötluks kasutati tarkvaraprogrammi Statistica 13. Grupisest ja gruppidevaheliste erinevuste statistilise olulisuse hindamiseks kasutati kahefaktorilist (grupp x aeg) korduvmõõtmistega dispersioonanalüüsi (ANOVA). Keskväärtuste paariviisiliseks võrdlemiseks kasutati Tukey HSD testi. Keskmiste väärtuste erinevus loeti statistiliselt oluliseks $p < 0,05$ korral.

Tulemused: Analüüsitud hematoloogilistes parameetrites 24-25 nädalat pärast SBK algust gruppide vahel erinevusi ei esinenud, kuid mõlemas grupis olid oluliselt kõrgenenud erütrotsüütide ja trombotsüütide arv vere ruumalaühikus ja MCHC ning langenud MCV, MCH ja MPV.

Kokkuvõte: Ajateenistuse ajal ilmnasid kõigi uuritud hematoloogilistse parameetrite osas muutused, mis jäävad kliinilise normi piiresse, kuid mille mõju tervisele ja töövõimele võib hinnata positiivseks, kuigi erütrotsüütide populatsioon pigem vananes.

Märksõnad: hematoloogia, armee, baaskursus, treening

ABSTRACT

Aim: The aim of this study was to detect how hematological parameters change during the first 25 weeks of military service in the Estonian Defensive Forces.

Methods: Ninety four conscripts who started their service in autumn and 77 who started in summer were enrolled for this study. Fasting venous blood analysis was performed at five timepoints. Conscripts who started service in autumn gave four samples of venous blood during basic military training (BMT) and one 15 weeks after the BMT. Conscripts who started service in summer gave three samples of venous blood during BMT, the fourth sample was collected a week and the fifth 14 weeks after BMT. Data was analysed using Statistica 13. software. Two-factor (group x time) repeated measures analysis of variance was used to evaluate differences within and between groups (ANOVA). Difference between means were detected using Tukey HSD test. Statistical difference was set to $p < 0.05$.

Results: After 24 or 25 weeks both study groups demonstrated an increase ($p < 0.05$) in MCHC, erythrocyte and platelet count. Compared to the beginning of BMT, there was significant reduction in MCV, MCH and MPV values after 24 or 25 weeks of service in both study groups. There were no differences in hematological parameters between study groups.

Conclusions: Military service causes changes in hematological parameters. However, these parameters remained in the normal physiological range, they might be beneficial to health.

Keywords: hematology. army, basic military training, training

1. KIRJANDUSE ÜLEVAADE

1.1 Vere koostis

Veri on sidekude, millest ligikaudu 55% moodustab vereplasma ja 45% vererakud. Vereplasmas on umbes 92% vett ja 7% valke, milleks on peamiselt albumiinid, globuliinid ja fibrinogeenid. Lisaks on plasmas veel elektrolüüdid, jääained, toidained, vitamiinid, hormoonid ja gaasid (N_2 , O_2 , CO_2). Vererakud on erütrotsüüdid (95,1% kõigist vererakkudest), trombotsüüdid (4,8%) ja leukotsüüdid (0,1%) (Shier et al., 2016). Leukotsüüdid jagunevad kolme põhiliiki, milleks on granulotsüüdid (60-70% leukotsüütidest), lümfotsüüdid (20-25%) ja monotsüüdid (5-15%). Granulotsüüdid jagunevad veel omakorda kolmeks alaliigiks, milleks on neutrofiilid (>90% granulotsüütidest), eosinofiilid (2-5%) ja basofiilid (0-2%) (Gleeson & Bosch, 2013). Terve indiviidi vereproovis moodustavad neutrofiilid 54-62%, lümfotsüüdid 25-33%, monotsüüdid 3-9%, eosinofiilid 1-3% ja basofiilid vähem kui 1% leukotsüütide koguhulgast. Täiskasvanud tervel mehel on normaalne erütrotsüütide arv ühes liitris veres $4,7 - 6,1 \times 10^{12}$. Leukotsüütide normaalne arv liitris veres on $3,5 - 10,5 \times 10^9$ ja trombotsüütide puhul on see $150 - 350 \times 10^9$ (Shier et al., 2016).

1.2 Vererakkude peamised füsioloogilised funktsioonid

Erütrotsüüt ehk punane verelibele on väike, umbes 7,5 mikromeetrise läbimõõduga rakk, mis mahub läbi ka kõige peenematest kapillaaridest (Shier et al., 2016). Erütrotsüütide ülesandeks on O_2 transport kopsudest ja süsihappegaasi transport kudedest kopsudesse. Lisaks osalevad erütrotsüüdid vere pH regulatsioonis ja metaboliitide transpordis (Mairbäurl, 2013). Umbes kolmandiku erütrotsüüdi massist moodustab hemoglobiin (Shier et al., 2016). Hemoglobiin on valk, mis seob sissehingatud õhust hapniku moodustades oksühemoglobiini. Perifeersemates piirkondades vabaneb O_2 hemoglobiini küljest ja difundeerub rakkudesse. Läbides perifeerseid kapillaare seondub hemoglobiiniga CO_2 (Mairbäurl, 2013).

Leukotsüüdid hävitavad patogeenseid mikroorganisme ja eemaldavad surnud rakke. Granulotsüüdid on saanud oma nime seetõttu, et nende tsütoplasmas on väiksed ensüüme sisaldavad graanulid, millel on tugevad valkusid lõhustavad ja bakteritsiidsed omadused. Nende peamiseks ülesandeks on organismi kaitsmine bakteriaalsete infektsioonide eest. Inimestel, kelle

veres on vähe granulotsüüte, on suurem tõenäosus nakatuda bakteriaal- või seeninfektsioonidesse. Neutrofiilid jõuavad esimesena infektsioonikolde juurde ja fagotsütoosi käigus seovad bakterid, seened ning mõned viirused, pärast mida nad hukuvad. Lisaks vabastavad neutrofiilid teisi fagotsüüte aktiveerivaid aineid. Eosinofiilid osalevad allergilistes reaktsioonides ja hävitavad parasiite, kuid nende osalemine fagotsütoosis on piiratud. Infektsiooni korral vabanevad luuüdist basofiilid, millede aktiveerumisel vabaneb histamiin, mis soodustab põletiku teket. Histamiin laiendab kapillaare ja suurendab nende läbilaskvust. Aktiveeritud basofiilid koos teiste leukotsüütidega vabastavad ka prostaglandiine, mis suurendavad verevoolu infektsioonikoldesse. Suurenenud verevool ja kapillaaride läbilaskvus soodustavad leukotsüütide jõudmist põletikukoldesse mikroobide hävitamiseks. Monotsüütide peamiseks funktsioonideks on fagotsütoos, antigeeni esitlemine lümfotsüütidele ja tsütokiinide produktsioon. Lümfotsüüdid jaotuvad suurteks ja väikesteks lümfotsüütideks. Suurteks lümfotsüütideks on NK-rakud (ingl. *natural killer cells*), mis kaitsevad organismi kasvajate ja viirustega nakatunud rakkude eest. Väiksed lümfotsüüdid jagunevad omakorda T- ja B-rakkudeks, millede funktsiooniks on ära tunda antigeen. Kui antigeen on tuvastatud, hakkavad B-rakud tootma vastavaid antikehasid. Osad T-rakud, mida kutsutakse T-tsütotoksilisteks rakkudeks, toodavad toksilisi graanuleid patogeenide hävitamiseks. Nii B- kui ka T-rakkude aktiveerumise järgselt säilitatakse antigeenne info organismi mälu rakkudes, mis tagavad uue kokkupuute korral haigustekitajaga efektiivsema ja kiirema immuunvastuse (Gleeson & Bosch, 2013).

Trombotsüütide peamiseks ülesandeks on hemostaasi regulatsioon veresoontes. Veresoone kahjustuse korral aktiveeruvad trombotsüüdid, et tagada minimaalne verekadu (Holinstat, 2017). Vere hüübimine toimub kaskaadina, kus osalevad paljud hüübimisfaktorid, mis põhjustavad trombotsüütide kogunemise kahjustuse juurde ja moodustavad lõpuks „korgi“ (Smith et al., 2015).

1.3 Akuutse kehalise koormuse mõju hematoloogilistele parameetritele

1.3.1 Plasma maht, hematokrit, erütrotsüütide arv vere ruumalaühikus ja hemoglobiini kontsentratsioon

Akuutse kehalise koormuse ajal, dehüdratsiooni tõttu plasma maht langeb, mis põhjustab hemoglobiini kontsentratsiooni ja hematokriti tõusu (Mairbäurl, 2013; Wardyn et al., 2008). Kolme tunni jooksul pärast ühe treeningu lõpetamist tõuseb plasma maht võrreldes lähtetasemega 6-25% (Shaskey & Green, 2000) ja taandub kahe nädala jooksul (Montero & Lundby, 2016). Plasma mahu suurenemine korreleerub harjutuse intensiivsusega (Shaskey & Green, 2000). Belviranli et al. (2017) uurisid, kuidas mõjutab kõrge intensiivsusega intervalltreening veloergomeetrial hematoloogilisi parameetreid. Leiti, et hemoglobiini kontsentratsioon erütrotsüüdis (MCHC), hematokrit ning erütrotsüütide arv ruumalaühikus ja maht (MCV) olid akuutse koormuse järgselt oluliselt tõusnud võrreldes koormuseelsete näitudega. Kuus tundi pärast harjutuse lõpetamist olid kõik eelpool mainitud parameetrid võrreldes koormusjärgse tasemega oluliselt langenud. Hematokrit ja erütrotsüütide arv vere ruumalaühikus osutusid seejuures oluliselt madalamaks võrreldes ka koormuseelsete näitudega.

1.3.2 Leukotsüütide arv

Leukotsüütide arv vereringes on tugevalt mõjutatav kehalise koormusega. Esimest korda mainiti leukotsüütide arvu tõusu akuutse koormuse järgselt aastal 1902 (Simpson, 2013). Viru & Viru (2001) nimetasid sellist nähtust müogeenseks leukotsütoosiks. Peamiselt on see tingitud neutrofiilide ja lümfotsüütide ning vähemal määral ka monotsüütide mobiliseerimisest (Simpson 2013). Kehalise koormuse põhjustatud põletikulises protsessis osalevad peamiselt eelpool mainitud rakud. Eosinofiilid ja basofiilid reageerivad allergilistele reaktsioonidele (Streczala, 2014). Kehaline koormus stimuleerib endokriinsüsteemi, mille tulemusena organism hakkab tootma katehoolamiini ja kortisooli, mis mõlemad soodustavad leukotsüütide vabanemist (Streczala, 2014). Kratz et al. (2002) uurisid hematoloogilisi parameetreid treenitud pikamaajooksjatel maratoni järgselt ja leidsid, et leukotsüütide arv oli tõusnud neli tundi pärast maratoni lõpetamist olulisel määral ja oli kõrgem veel ka 24 tundi hiljem võrreldes maratoni eelsete näitudega. Neves et al. (2015) võrdlesid, kuidas mõjutab kõrge (80% $\text{VO}_{2\text{max}}$) ja madala (40% $\text{VO}_{2\text{max}}$) intensiivsusega akuutne kehaline koormus, kehaliselt aktiivse eluviisiga noormeestel leukotsüütide arvu vere ruumalaühikus. Leiti, et vahetult pärast kõrge

intensiivsusega harjutuse lõpetamist oli leukotsüütide arv oluliselt tõusnud ning esinesid nii monotsütoos kui ka lümfotsütoos. Kaks tundi pärast harjutuse lõpetamist oli leukotsüütide arv jäänud oluliselt kõrgemaks võrreldes koormuseelsete näitudega ning monotsütoos ja lümfotsütoos olid taandunud. Neutrofiilide arv suurenes alles kaks tundi pärast kõrge intensiivsusega harjutuse sooritamist. Madala intensiivsusega harjutus ei põhjustanud statistiliselt olulist muutust ühegi mõõdetud parameetri osas.

1.3.3 Trombotsüütide arv ja aktiivsus

Trombotsüütide reageerimine akuutsele kehalisele koormusele sõltub nii inimese treenitusest kui ka harjutuse intensiivsusest ja kestvusest. Keskmise intensiivsusega harjutus pigem pärsib trombotsüütide aktiivust. Kõrge intensiivsusega harjutused seevastu soodustavad trombotsüütide koondumist ja aktivatsiooni (El-Sayed et al., 2005). Keskmise trombotsüütide suurus (MPV) korreleerub trombotsüütide aktivatsiooni tasemega (Lippi et al., 2009). Alis et al. (2015) leidsid, et pärast koormustesti jooksulindil olid nii MPV kui ka trombotsüütide arv vere ruumalaühikus tõusnud nii treenitud kui ka treenimata uuritavatel. On leitud, et akuutse koormuse järgselt veloergomeetril (60-70% VO_{2max}) tõuseb trombotsüütide arv vere ruumalaühikus olenemata treenituse tasemest. Trombotsüütide aktiivsus tõusis nii treenitud kui ka treenimata uuritavatel, kuid oli ulatuslikum treenimata indiviididel (Wang et al., 1995; Singh et al., 2006).

1.4 Treeningu mõju hematoloogilistele parameetritele

1.4.1 Plasma maht, hematokrit, erütrotsüütide arv vere ruumalaühikus ja hemoglobiini kontsentratsioon

On palju tegureid, mis mõjutavad aeroobset võimekust, kuid fundamentaalsemad neist on hapniku transport lihastesse ja maksimaalne hapniku tarbimise võime. Hapniku transport organismis sõltub südame suuruselt, hemoglobiini hulgast veres ja vere mahust (Malczewska-Lenczowska et al., 2013). Vere mahu suurenemine, mis on enim seotud plasma mahu suurenemisega (Montero & Lundby, 2016), põhjustab hemoglobiini kontsentratsiooni ja hematokriti languse (Mairbaeurl, 2013; Wirnitzer & Faulhaber 2007), kuid hemoglobiini mass ja erütrotsüütide koguhulk organismis seejuures suurenevad (Mairbaeurl, 2013). Montero & Lundby (2016) toovad oma ülevaateartiklis välja, et just muutused vere mahus määravad enim muutuseid

kardiorespiratoorses võimekuses ning vastupidavustreeningu tulemusena suureneb erütrotsüütide, plasma ja vere maht noortel ja keskealistel meessoost indiviididel ning vähem vanemaealistel meestel. Plasma maht regulaarse vastupidavustreeningu puhul võib tõusta 12-20% (Kraemer et al., 2012) ning vastupidavusalade sportlastel võib hemoglobiini suhteline mass (g/kg) olla 40-50% suurem võrreldes inimestega, kelle kehalise aktiivsuse tase on madal. Meyer & Meister (2011) uurisid professionaalsete jalgpallurite hematoloogilisi näitajaid 12 kuu jooksul. Oluliselt oli langenud hematokrit kolm kuud pärast esimest mõõtmist, jäädes samale tasemele ka ülejäänud uuringu ajaks. Erütrotsüütide arv vere ruumalaühikus ja hemoglobiini kontsentratsioon oluliselt ei muutunud (Meyer & Meister, 2011). Uujatel, 18-nädalane treeningtsükkel progresseeruva mahu ja intensiivsusega, ei mõjutanud oluliselt erütrotsüütide arvu vere ruumalaühikus, hemoglobiini kontsentratsiooni ega hematokriti (Paraiso et al., 2017).

1.4.2 Leukotsüütide arv vere ruumalaühikus

Horn et al. (2010) uurisid rohkem kui tuhande sportlase vere analüüse, mis olid kogutud kümne aasta jooksul neljateistkümne erineva spordiala esindajatelt. Leiti, et leukotsüütide arv vere ruumalaühikus oli madalam vastupidavusalade sportlastel, olles madalaim triatleetidel ja jalgratturitel, kellel esines enim neutropeeniat. Kõrgeim leukotsüütide arv vere ruumalaühikus oli veepalluritel ja ragbi mängijatel. Saygin et al. (2006) võrdlesid võrkpallurite, pikamaa jooksjate ja istuva eluviisiga meeste leukotsüütide hulka veres. Kõrgeim leukotsüütide arv vere ruumalaühikus oli võrkpalluritel ja madalaim pikamaa jooksjatel (Saygin et al., 2006). On leitud, et kuue nädala pikkune, regulaarne aeroobne treening veloergomeetril, keskmiselt $136,9 \pm 87,6$ minutit nädalas, vähendas leukotsüütide, sealhulgas ka neutrofiilide ja monotsüütide arvu vere ruumalaühikus ülekaalulistel naistel (Michishita et al., 2010). Hulmi et al. (2010) leidsid, et jõutreening kaks korda nädalas, 21 nädala jooksul, ei mõjutanud noorte (20-30 eluaastat) ega vanemate (55-66 eluaastat) meeste leukotsüütide arvu vere ruumalaühikus.

1.4.3 Trombotsüütide arv vere ruumalaühikus ja aktiivsus

Trombotsüütide liigne aktivatsioon on seotud kardiovaskulaarsete haiguste tekkega (Heber & Volf, 2015). Üheks trombotsüütide aktiivsuse näitajaks on MPV ning on leitud, et akuutse

koronaarse sündroomiga indiviididel on MPV suurenenud (Lippi et al., 2009). Singh et al. (2006) leidsid, et treenitud jalgratturitel oli trombotsüütide arv vere ruumalaühikus oluliselt kõrgem kui treenimata noormeestel. Võrreldes trombotsüütide arvu vere ruumalaühikus ja MPV-d, istuva eluviisiga meesoost indiviididel, kelle nädalane kehaline aktiivsus jäi alla ühe tunni ja vastupidavussportlastel, kelle nädalane liikumisaktiivsus oli kõrgem kui 12 tundi, ei leitud vastavates näitajates olulisi erinevusi (Alis et al., 2015). Küll aga on leitud, et regulaarne treening vähendab trombotsüütide aktiivsust akuutse kehalise koormuse järgselt (Heber & Volf, 2015; Lippi & Maffulli, 2009; Singh et al., 2006). Kaheksa nädalat kestnud treeningsükkel veloergomeetril, 30 minutit korraga, viiel korral nädalas, intensiivsusega 60% VO_{2max} , vähendas trombotsüütide aktiivsust akuutse treeningu järgselt (Wang et al., 1995).

1.5 Militaarse treeningu mõju hematoloogilistele parameetritele sõduritel

Sõduri baaskursus (SBK), mis kestab 6-12 nädalat sõltuvalt riigist, on stressirohke nii vaimselt kui ka kehaliselt (Makras et al., 2005). SBK eesmärk on sõdurite ettevalmistamine sõjaolukorraks ja edaspidiseks väljaõppeks nii vaimselt kui ka kehaliselt. Kehalise võimekuse parandamisele pööratakse suurt tähelepanu kogu teenistuse jooksul (Santtila et al., 2015). Üldiselt koosneb baaskursus militaarsetest tegevustest ja suur osa on ka üldkehalisel treeningul (Makras et al., 2005). Soome kaitseväes moodustab kehaline treening 40% sõduri baaskursusest (Santtila et al., 2015). Pärast sõduri baaskursust algab Eesti Kaitseväes, suvel alustanud ajateenijatel mootorsõiduki juhi kursus või nooremallohvitseride baaskursus (NABK), mis kestab kuus nädalat. NABK ajal omandab ajateenija üldteadmised sõja pidamisest ja jao taktikatest. Lisaks omandatakse pedagoogilised teadmised tulevaste alluvate juhendamiseks. Pärast NABK-d hakkab reservrühmaülema või nooremallohvitseri eriala kursus. Viimaks hakkab allüksuse kursus, mille ajal harjutatakse koostööd eri lahinguliikides ja osaletakse suurõppustel. Sügisel alustanud ajateenijad läbivad SBK järgselt erialakursuse, pärast mida hakkab allüksuse kursus (Kaitseressursside amet, 2018). Oja & Piksööt (2018) leidsid, et oma kehalise vormi muutust hindas positiivseks SBK jooksul 67% ajateenijatest ning ajateenistuse lõpul 58%. Pärast SBK-d hindas oma kehalist vormi kehvemaks kui enne ajateenistusse asumist 14% ja enne reservi minemist 22% vastanutest (Oja & Piksööt, 2018). Nendele andmetele tuginedes saab väita, et pärast SBK-d kehalise koormuse osakaal vähenes märkimisväärselt.

Makras et al. (2005) leidsid, et pärast nelja nädalast sõduri baaskursust õhuväes oli oluliselt langenud erütrotsüütide ja neutrofiilide arv vere ruumalaühikus, hemoglobiini kontsentratsioon ja hematokrit. Oluliselt tõusnud oli lümfotsüütide arv vere ruumalaühikus. Hemoglobiini kontsentratsiooni ja erütrotsüütide arvu langust vere ruumalaühikus on täheldatud kadettidel nii kuus nädalat kestnud baaskursuse järgselt kui ka 12 nädalat kestnud eriüksuse kursuse järgselt. Mõlema kursuse järgselt oli MCV oluliselt suurenenud (Gnanou et al., 2014; Koike et al., 2005). Leukotsüütide arv vere ruumalaühikus oli vähenenud 52,2% kuue nädalase kursuse järgselt võrreldes algandmetega. Trombotsüütide arvu langus ei olnud statistiliselt oluline, küll aga oli oluliselt suurenenud MPV (Gnanou et al., 2014). Koike et al. (2005) leidsid, et 12 nädalat kestnud eriüksuse kursuse järgselt oli trombotsüütide arv vere ruumalaühikus oluliselt suurenenud.

Kokkuvõttes ilmneb, et hematoloogilisi parameetreid on uuritud palju sportlastel treeningu kontekstis, kuid võrdlemisi vähe sõduritel. Samas Ööpik et al. (2017) toovad välja, et arvestades asjaolusid, et tööga seotud kehaline aktiivsus on 61,4%-l 16–24 aastastest Eesti meestest madal või väga madal ning et 77,6% samaealistest meestest harrastab töövälisest kehalisest aktiivsusest kestusega > 30 minutit ainult 2–3 korda nädalas või veelgi harvem (Tekkel ja Veideman 2015), kogevad paljud ajateenijad alles SBK ajal esmakordselt elus tugevat ja süstemaatilist kehalist koormust. Lisaks tekitab nende jaoks täiesti uus keskkond ka psühholoogilist pinget. Koos võivad treeningukoormus ja psühholoogiline pinge ületada ajateenijate füsioloogilise kohanemisvõime ja seeläbi suurendada riski enneaegseks teenistuse lõpetamiseks (Ööpik et al., 2017). Ajateenistuse katkestanuid oli 2016 aasta andmetel *ca* 20%, mis on sarnane varasemate aastatega (Kaitseressursside amet, 2018). Seega on oluline objektiivselt hinnata ajateenijate organismi reaktsiooni ajateenistusega kaasnevatele koormustele. Üheks võimaluseks selleks on ajateenijatel ajateenistuse ajal ilmnevate hematoloogiliste parameetrite analüüsimine.

Käesolev uurimistöö kirjeldab hematoloogilisi muutusi Eesti ajateenijatelajateenijatel. Varasemalt on Ööpik et al. (2017) uurinud hematoloogilisi parameetreid sügisel alustanud ajateenijatel, tuues välja muutused hemoglobiini kontsentratsioonis, erütrotsüütide, leukotsüütide ja trombotsüütide arvus vere ruumalaühikus ning hematokritis. Samad tulemused on kajastatud ka selles uurimistöös, et võrrelda antud parameetreid ka suvel alustanud ajateenijate grupiga.

2. TÖÖ EESMÄRK JA ÜLESANDED

Käesoleva magistritöö eesmärgiks oli tuvastada hematoloogiliste parameetrite võimalikud muutused ajateenistuse esimese 25 nädala vältel ajateenijatel, kes alustasid teenistust erineval ajal, üks grupp sügisel ja teine suvel. Eesmärgi saavutamiseks seati uurimistööle järgmised ülesanded:

1. Analüüsida kolme liiki vererakkude arvukuse ja nende rakkudega seotud teiste hematoloogiliste näitajate muutusi SBK ajal ja selle järel.
2. Võrrelda saadud hematoloogilisi muutusi sügisel ja suvel teenistust alustanud ajateenijatel.

3. METOODIKA

3.1 Uuritavad

Uuritavateks olid Kuperjanovi Jalaväepataljoni ajateenijad, kes olid teenistust alustanud 2014 oktoobris ja 2015 juulis. Uuringus nõustus osalema 107 oktoobris ja 94 juulis teenistust alustanud ajateenijat. Edaspidi tähistavad neid kaht ajateenijate gruppi nii tekstis kui ka tabelites ja joonistel vastavalt sõnad „sügis“ ja „suvi“. Uuringus osales ka kolm naissoost ajateenijat, kuid nendelt kogutud andmed jäeti lõplikust andmeanalüüsist välja.

Esmalt tutvustati kõigile ajateenistusse saabunuile (sügisel oli neid 407 ja suvel 410) uurimistöö eesmärgi ja sisu ning neile selgitati, et selles osalemine on täiesti vabatahtlik. Ajateenijad, kes otsustasid uuringus osaleda, allkirjastasid asjakohase teadliku nõusoleku vormi. Uurimistöö oli kooskõlastatud Tartu Ülikooli inimuuringute eetika komiteega, protokollid 239/T-15, 25.08.2014; 249/M-26, 15.06.2015; 278/T-24, 19.02.2018.

Tabel 1. Uuritavaid iseloomustavad andmed (keskmine \pm SD)

Grupp	Vanus (a)	Pikkus (cm)	Keha mass (kg)	Kehamassi indeks (kg/m ²)
Sügis (n=94)	20.9 \pm 1.7	182.1 \pm 6.4	80.5 \pm 11.3	24.3 \pm 3.1
Suvi (n=77)	21.0 \pm 1.6	181.7 \pm 6.3	80.1 \pm 11.2	24.2 \pm 2.9

Gruppide vahel erinevusi ei esinenud.

Uurimistöös kasutati vaid nendelt uuritavatelt kogutud andmeid, kes olid andnud viis vereproovi. Kummastki grupist langes erinevatel põhjustel uuringu toimumise ajal välja ajateenijaid ning lõpuks jäi uuringusse 94 sügisel ja 77 suvel alustanud ajateenijat. Kõik uuritavad läbisid 10 nädalat kestnud SBK. Uuritavad magasid kasarmutes ja nende keskmine uneaeg oli kaheksa tundi ööpäevas. SBK ajal pidid uuritavad igapäevaselt osalema pingutust nõudvates tegevustes nagu marssimine, lahingu- ja üldkehaline treening. Uuritavad läbisid kolm metsalaagrit, millede jooksul toimusid ka öiseid harjutused. Lisaks oli SBK ajal ka kaheksa rännakut pikkusega 8-30 km, millest viis toimusid metsalaagrite ajal. Rännakute ja lahingtreeningu ajal pidid sõdurid kandma lahingvarustust, mis kaalus 10-11,5 kg. Pikemate rännakute ajal tuli osa maad läbida kandes lisaks lahingvarustusele ka seljakotti, mis kaalus 20-23 kg. Laskeharjutused toimusid kaks korda nädalas kogu SBK jooksul. Kehalise koormuse maht kasvas SBK jooksul, jõudes kõrgeimale tasemele kahel viimasel nädalal.

Uurimistöö autor andmete kogumises ei osalenud, tema roll oli varem kogutud hematoloogiliste andmete süstematiseerimine ja arvutisse sisestamine ning nende statistiline ja teoreetiline analüüsimine.

3.2 Vereproovid ja analüüsid

Veeniverd võeti sügisel alustanud ajateenijatelt kokku viiel korral: SBK esimesel, teisel, kuuendal ja kümnendal nädalal ning kahekümne viiendal nädalal pärast SBK alustamist. Suvel alustanud ajateenijad andsid kuus vereproovi: üks, kolm, seitse, üksteist, kakskümmend neli ja kolmkümmend üheksa nädalat pärast SBK algust. Uurimistöös on kasutatud suvel alustanud ajateenijatelt võetud esimese viie vereproovi andmeid, võimaldamaks adekvaatset gruppidevahelist võrdlust. Gruppidevaheline erinevus vereproovide võtmise ajastuse osas nädalate lõikes ei olnud taotluslik, vaid tulenes ajateenijate väljaõppe üldise korralduse mõningasest erinevusest kahes grupis.

Vereproovid võeti alati kahe puhkepäeva järel esmaspäeva hommikuti enne hommikusööki, kui viimasest toidukorrast oli möödunud umbes 12 tundi. Veri koguti 3-mL Vacutainer K₂EDTA koguvere ning 3,5-mL ja 5-mL BD Vacutainer SST II Plus seerumi plastikust katsutitesse (Becton, Dickinson & Co, Franklin Lakes, New Jersey). Hematoloogilised analüüsid teostati homogeniseeritud verest, mis oli kogutud EDTA-katsutitesse, kasutades fluorestsents läbivoolu tsütomeetriat (Sysmex XE2100D, Sysmex Corporation, Kobe, Japan).

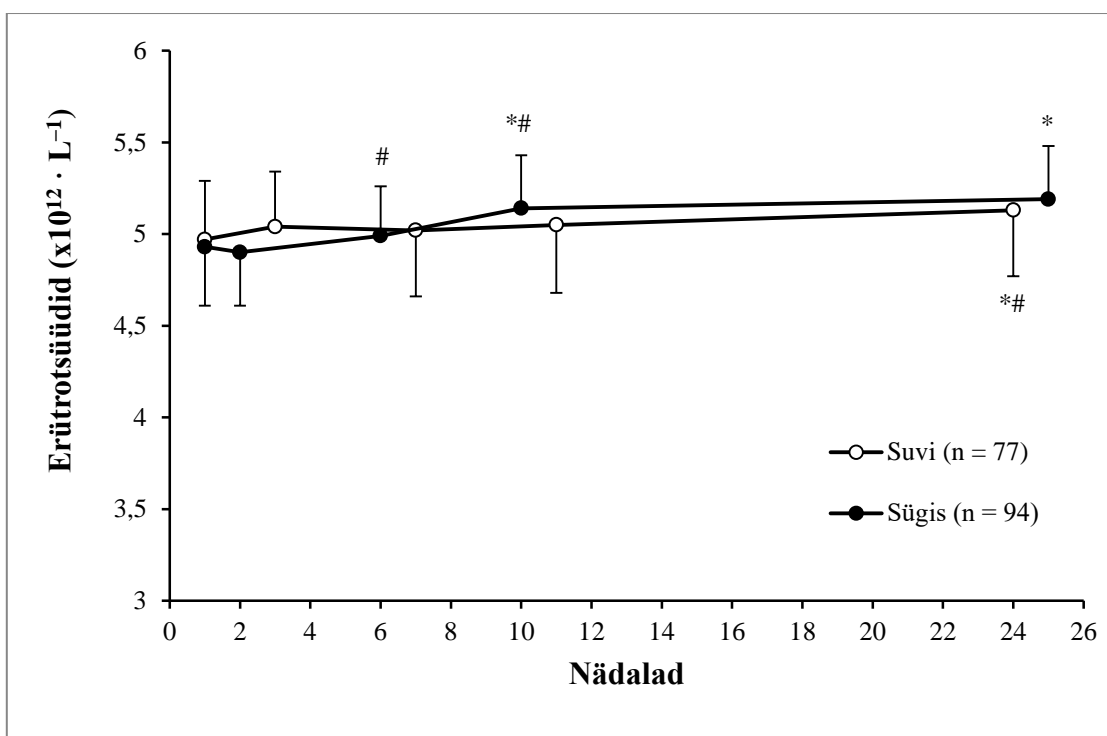
3.3 Andmete statistiline töötlus

Andmete statistiliseks töötlemiseks kasutati tarkvaraprogrammi Statistica 13. Arvutati erinevate parameetrite aritmeetiline keskmine ja standardhälve. Andmete normaaljaotust kontrolliti Kolmogorov-Smirnovi testiga. Grupisiseste ja gruppidevaheliste erinevuste statistilise olulisuse hindamiseks kasutati kahefaktorilist (uuring x aeg) korduvmõõtmistega dispersioonanalüüsi (ANOVA). Klassifitseeriv faktor “grupp” omas kaht taset (Suvi vs Sügis), faktor „aeg“ viit taset (5 ajapunkti). Keskväärtuste paariviisiliseks võrdlemiseks kasutati Tukey HSD testi. Keskliste väärtuste erinevus loeti statistiliselt oluliseks $p < 0,05$ korral.

4. TULEMUSED

4.1 Erütrotsüüdid

Erütrotsüütide arv vere ruumalaühikus sügisese grupil oli oluliselt suurenenud võrreldes eelmise ajapunktiga kolmandas ja neljandas ajapunktis (joonis 1). Neljandas ja viiendas ajapunktis oli see oluliselt kõrgem võrreldes esimese ajapunktiga. Suvisel grupil oli viimases ajapunktis erütrotsüütide arv vere ruumalaühikus oluliselt kõrgem võrreldes nii eelmise kui ka esimese ajapunktiga.

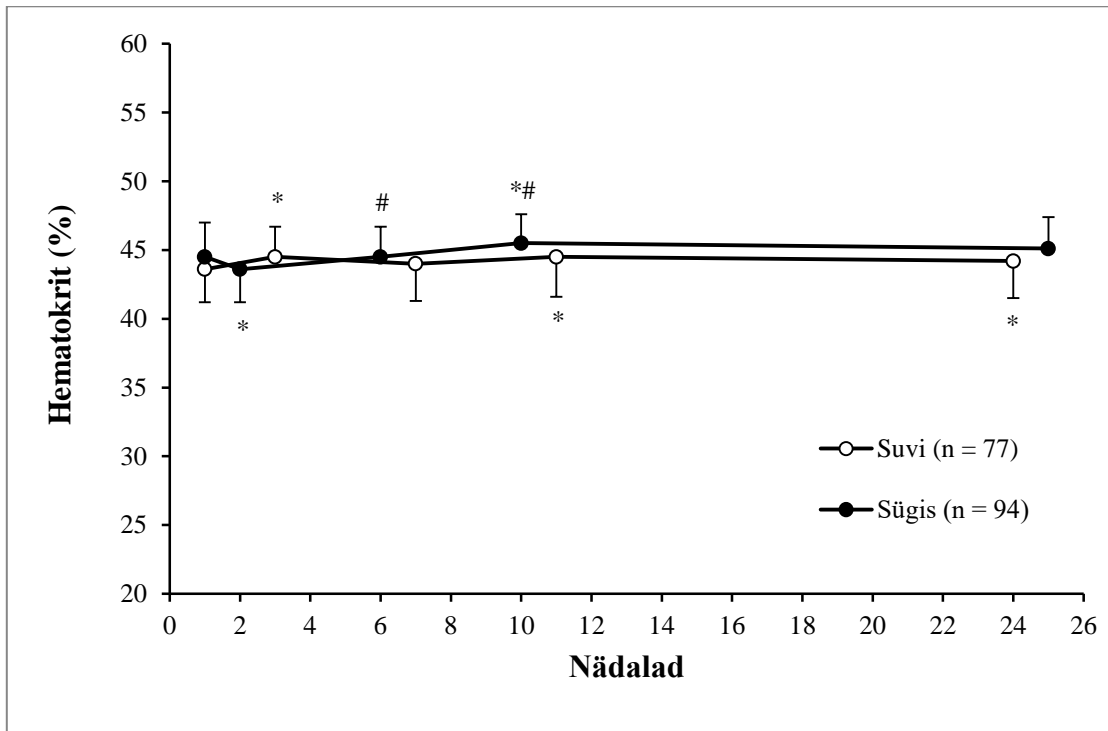


Joonis 1. Erütrotsüütide arv vere ruumalaühikus.

Statistiliselt oluline erinevus ($p < 0,05$): * võrreldes esimese ajapunktiga; # võrreldes eelneva ajapunktiga.

4.2 Hematokrit

Hematokrit oli sügisese grupil teises ajapunktis oluliselt langenud ning neljandas tõusnud võrreldes esimese ajapunktiga (joonis 2). Kolmandas ja neljandas ajapunktis oli hematokrit oluliselt tõusnud võrreldes eelneva ajapunktiga. Suvisel grupil oli teises, neljandas ja viiendas ajapunktis hematokrit oluliselt tõusnud võrreldes esimese ajapunktiga.

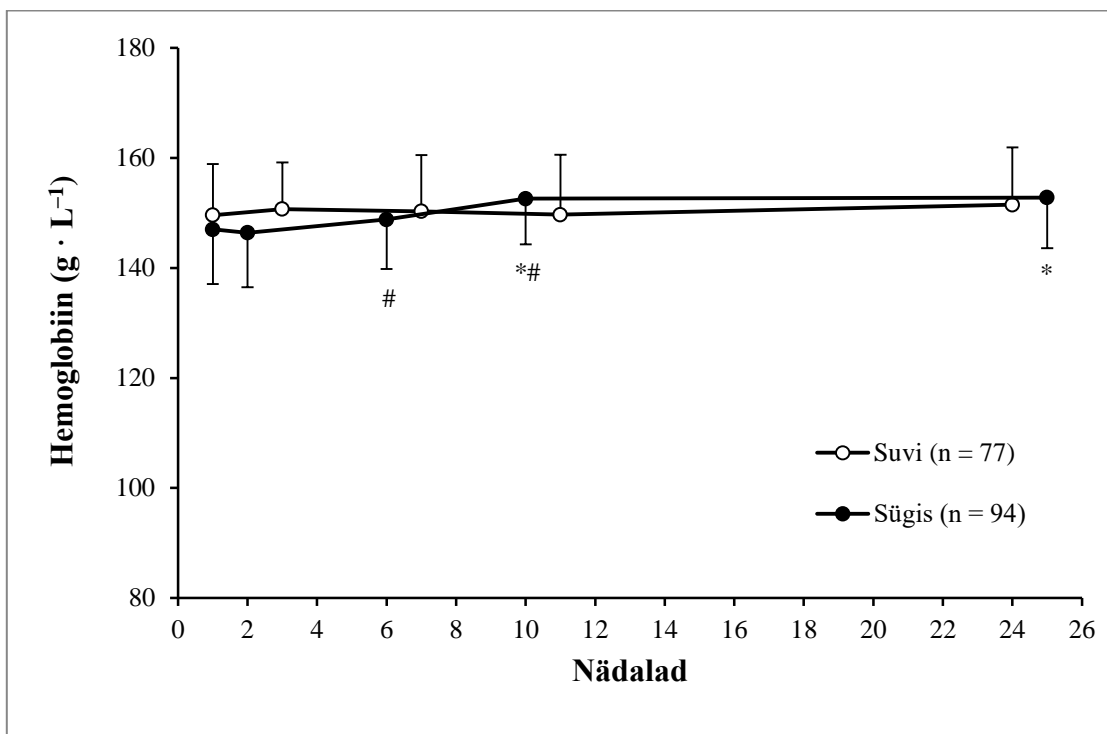


Joonis 2. Hematokrit.

Statistiliselt erinev ($p < 0,05$): * võrreldes esimese ajapunktiga; # võrreldes eelneva ajapunktiga;

4.3 Hemoglobiini kontsentratsioon

Sügisel rühmal oli hemoglobiini kontsentratsioon oluliselt tõusnud võrreldes eelneva ajapunktiga kolmandas ja neljandas ajapunktis (joonis 3). Neljandas ja viiendas ajapunktis oli hemoglobiini kontsentratsioon oluliselt kõrgem võrreldes esimese ajapunktiga. Suvisel grupil olulisi muutusi hemoglobiini kontsentratsioonis ei esinenud.

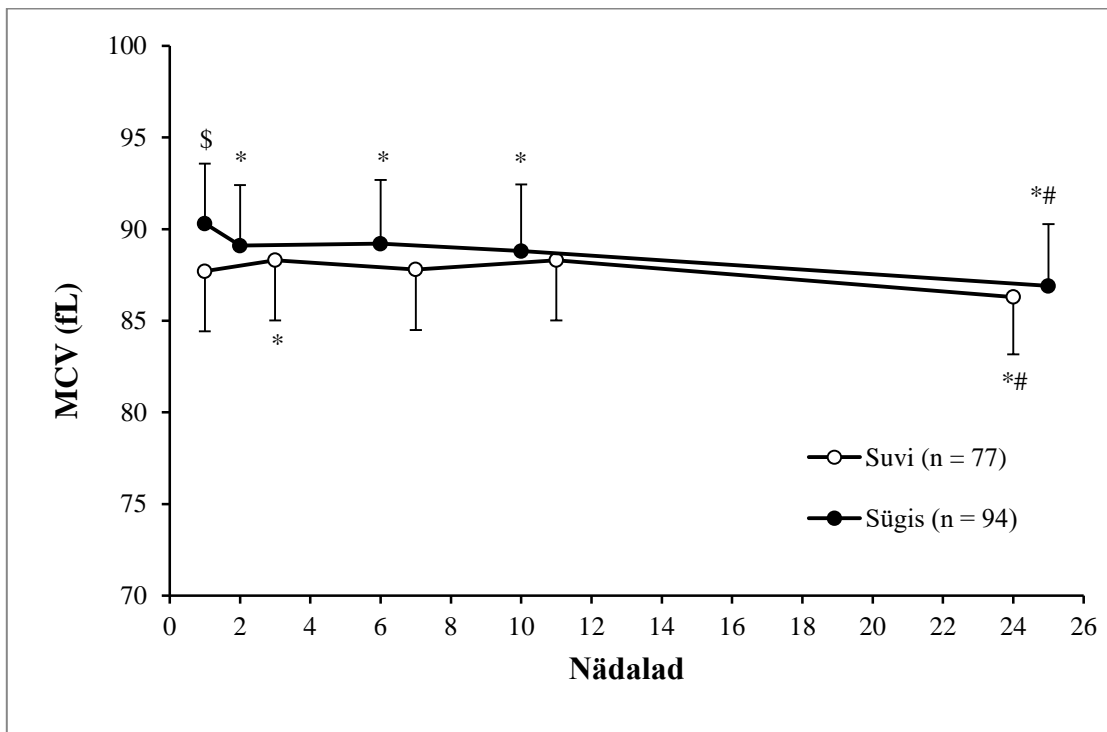


Joonis 3. Hemoglobiini kontsentratsioon.

Statistiliselt erinev ($p < 0,05$): * võrreldes esimese ajapunktiga; # võrreldes eelneva ajapunktiga.

4.4 Erütrotsüüdi keskmine maht (MCV)

MCV oli sügisesel grupil langenud oluliselt igas ajapunktis võrreldes esimese mõõtmisega (joonis 4). Suvisel grupil oli MCV teises ajapunktis oluliselt tõusnud, kuid viimases ajapunktis oluliselt langenud võrreldes nii eelneva ajapunktiga kui ka esimese nädala tulemustega. Lisaks oli sügisesel rühmal keskmine MCV esimeses ajapunktis oluliselt kõrgem kui suvisel.

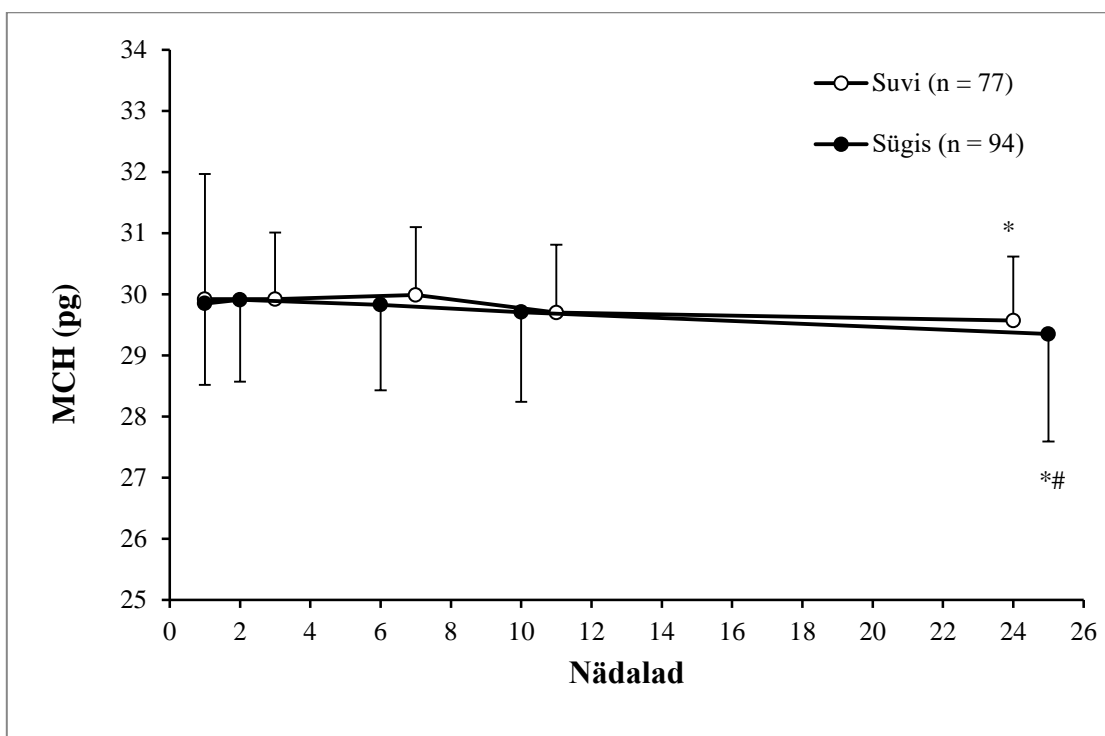


Joonis 4. Erütrotsüüdi keskmine maht (MCV).

Statistiliselt erinev ($p < 0,05$): * võrreldes esimese ajapunktiga; # võrreldes eelneva ajapunktiga; \$ võrreldes suvise grupiga.

4.5 Hemoglobiini keskmine mass erütrotsüüdis (MCH)

MCH oli nii sügisese kui ka suvisel grupil oluliselt langenud viimases ajapunktis võrreldes esimese ajapunktiga (joonis 5). Sügisel grupil oli MCH viimasel mõõtmisel oluliselt madalam võrreldes ka eelneva ajapunktiga.

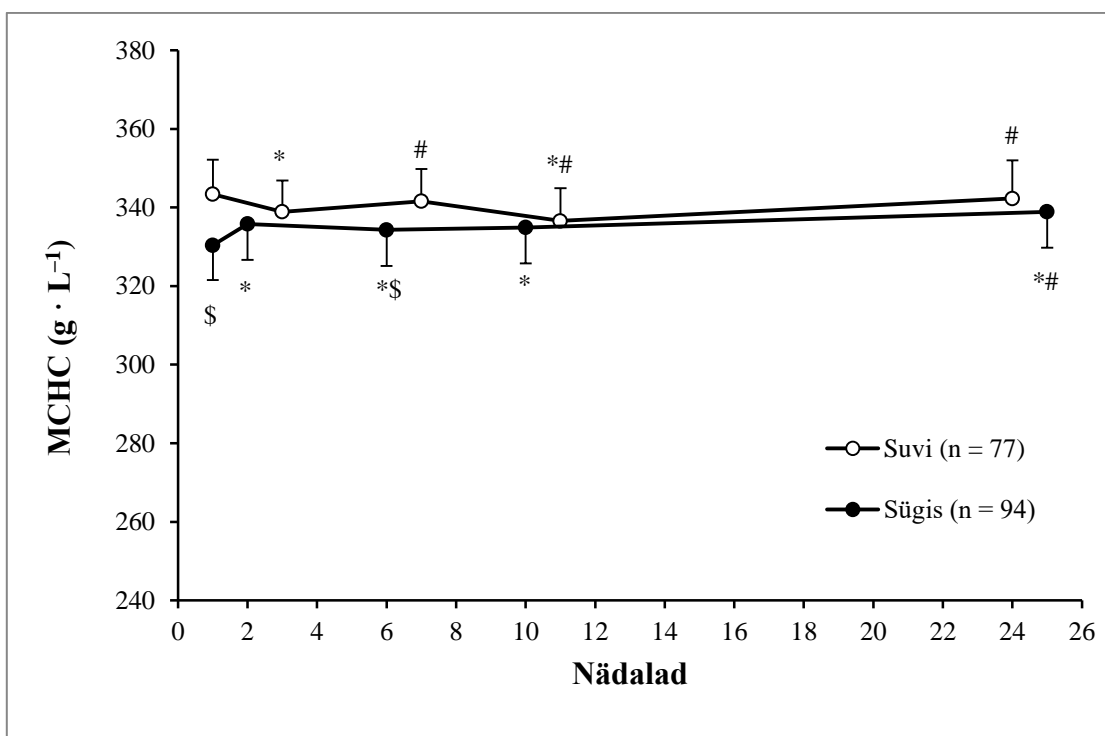


Joonis 5. Hemoglobiini keskmine mass erütrotsüüdis (MCH).

Statistiliselt erinev ($p < 0,05$): * võrreldes esimese ajapunktiga; # võrreldes eelneva ajapunktiga.

4.6 Hemoglobiini keskmine kontsentratsioon erütrotsüüdis (MCHC)

MCHC oli sügisel grupil kõikides ajapunktides oluliselt tõusnud võrreldes esimese nädalaga (joonis 6). Esimeses ja kolmandas ajapunktis oli MCHC ka oluliselt madalam kui suvisel grupil samas ajapunktis. Viimases ajapunktis oli MCHC oluliselt kõrgem võrreldes eelneva ajapunktiga. Suvisel grupil oli MCHC teises ajapunktis oluliselt langenud, kolmandas oluliselt tõusnud, neljandas langenud ning viiendas uuesti tõusnud võrreldes eelneva ajapunktiga. Esimeses ja kolmandas ajapunktis oli sügisel grupil MCHC oluliselt madalam kui suvisel.

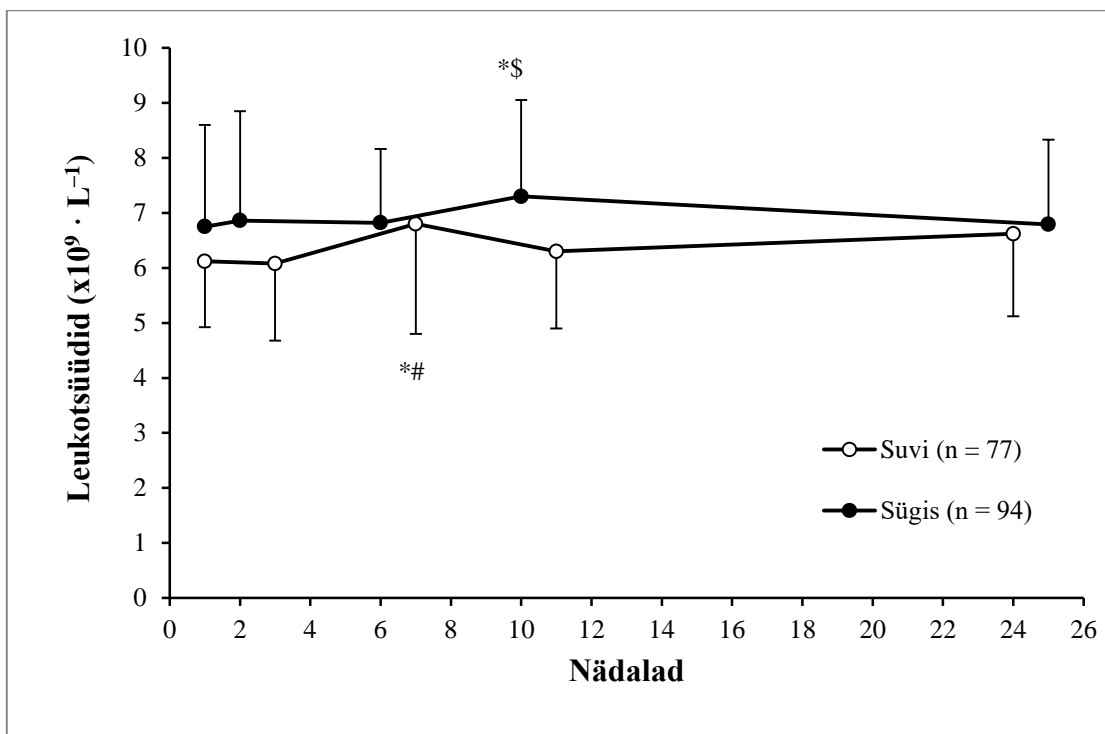


Joonis 6. Hemoglobiini keskmine kontsentratsioon erütrotsüüdis (MCHC).

Statistiliselt erinev ($p < 0,05$): * võrreldes esimese ajapunktiga; # võrreldes eelneva ajapunktiga; \$ võrreldes suvise grupiga.

4.7 Leukotsüüdid

Leukotsüütide arv vere ruumalaühikus sügiseseel rühmal oli neljandas ajapunktis oluliselt kõrgem võrreldes nii esimese ajapunktiga kui ka suvise grupiga (joonis 7). Suvisel grupil oli kolmandas ajapunktis leukotsüütide arv vere ruumalaühikus oluliselt tõusnud võrreldes nii esimese kui ka eelneva ajapunktiga.



Joonis 7. Leukotsüütide arv vere ruumalaühikus.

Statistiliselt erinev ($p < 0,05$): * võrreldes esimese ajapunktiga; # võrreldes eelneva ajapunktiga; \$ võrreldes suvise grupiga.

Leukotsüütide alaliikide sisaldus uuritavate veres on toodud tabelis 2.

Tabel 2. Leukotsüüdid

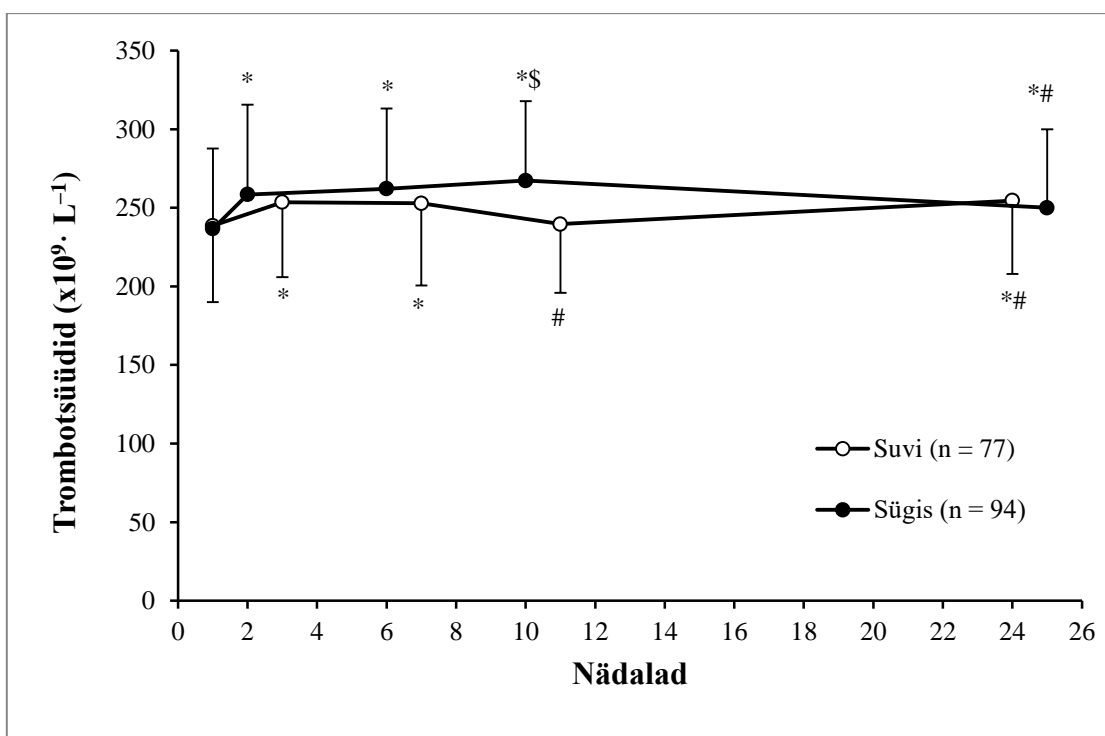
Näitaja	Grupp	Nädalad				
		N1	N2 või N3	N6 või N7	N10 või N11	N24 või N25
Neutrofiilide suhtarv (%)	Sügis	50,2 ± 9,2 ^{\$}	50,7 ± 8,9	51,4 ± 8,6	47,3 ± 8,5	47,6 ± 7,6
	Suvi	45,8 ± 7,7	47,2 ± 8,6	48,6 ± 10,1	46,3 ± 7,3 [#]	45,4 ± 9,4
Eosinofiilide suhtarv (%)	Sügis	3,9 ± 2,1	3,8 ± 1,9	3,8 ± 2,1	4,1 ± 2,1	3,8 ± 1,8
	Suvi	3,5 ± 2,1	3,4 ± 1,8	3,6 ± 2,0	3,5 ± 1,9	3,6 ± 1,9
Basofiilide suhtarv (%)	Sügis	0,66 ± 0,47	0,50 ± 0,24*	0,54 ± 0,28*	0,56 ± 0,25*	0,53 ± 0,29*
	Suvi	0,57 ± 0,36	0,53 ± 0,31	0,58 ± 0,44	0,49 ± 0,30	0,54 ± 0,39
Monotsüütide suhtarv (%)	Sügis	11,6 ± 2,5	11,2 ± 2,3	11,2 ± 2,5	11,4 ± 2,5	10,8 ± 2,5*
	Suvi	12,0 ± 2,0	11,9 ± 2,2	11,2 ± 2,0	11,4 ± 2,0	10,5 ± 2,2* [#]
Lümfotsüütide suhtarv (%)	Sügis	33,5 ± 8,4 ^{\$}	33,6 ± 8,1	33,4 ± 6,4	36,6 ± 8,1* [#]	37,3 ± 7,1*
	Suvi	38,1 ± 7,0	36,9 ± 8,2	36,0 ± 8,7	38,3 ± 6,9	39,9 ± 8,9

Keskmine ± SD; $n = 94$ (Sügis) ja $n = 77$ (Suvi).

Statistiliselt erinev ($p < 0,05$): * võrreldes N1-ga; [#] võrreldes eelneva ajapunktiga; ^{\$} võrreldes suvise grupiga.

4.8 Trombotsüüdid

Trombotsüütide arv vere ruumalaühikus oli sügisel grupil oluliselt kõrgem teises, kolmandas ja neljandas ajapunktis võrreldes esimese ajapunktiga (joonis 8). Viimases ajapunktis oli trombotsüütide arv vere ruumalaühikus oluliselt langenud võrreldes eelmise ajapunktiga, kuid jäänud oluliselt kõrgemaks võrreldes esimese ajapunktiga. Suvisel grupil oli teises, kolmandas ja viiendas ajapunktis trombotsüütide arv vere ruumalaühikus oluliselt tõusnud, võrreldes esimese ajapunktiga. Neljandas ajapunktis oli trombotsüütide arv vere ruumalaühikus oluliselt langenud võrreldes eelneva ajapunktiga. Viimases ajapunktis oli trombotsüütide arv vere ruumalaühikus oluliselt kõrgem võrreldes ka eelneva ajapunktiga. Neljandas ajapunktis oli sügisel grupil trombotsüütide arv vere ruumalaühikus kõrgem kui suvisel.

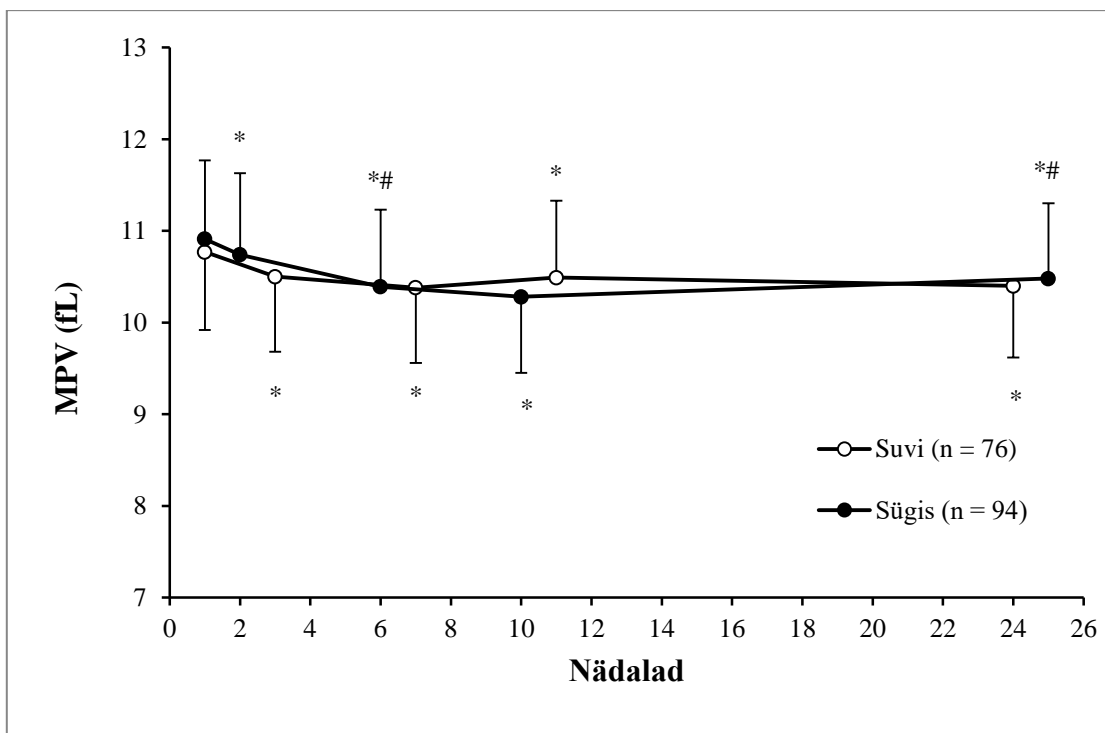


Joonis 8. Trombotsüütide arv vere ruumalaühikus.

Statistiliselt erinev ($p < 0,05$): * võrreldes esimese ajapunktiga; # võrreldes eelneva ajapunktiga; \$ võrreldes suvise grupiga.

4.9 Keskmine trombotsüüdi maht (MPV)

MPV oli sügisese grupil oluliselt madalam kõikides ajapunktides võrreldes esimesega (joonis 9). Kolmandas ajapunktis oli MPV oluliselt madalam ja viiendas oluliselt kõrgem võrreldes eelneva ajapunktiga. Suvisel grupil oli MPV oluliselt madalam kõigis ajapunktides võrreldes esimese ajapunktiga.



Joonis 9. Keskmine trombotsüüdi maht (MPV).

Statistiliselt erinev ($p < 0,05$): * võrreldes esimese ajapunktiga; # võrreldes eelneva ajapunktiga.

5. ARUTELU

5.1 Muutused sõduri baaskursuse ajal

Uurimistöös lähtuti eeldusest, et ajateenistus, eriti selle alguses läbitav SBK kestusega 10 nädalat, on äsja tsiviilelust saabunud kutsealustele stressirohke nii kehaliselt kui ka vaimselt ning kutsub neis esile füsioloogilisi kohanemisreaktsioone, mis on analoogilised süstemaatilise treeningu korral täheldatavatega. Arvestades, et vereproovid võeti ajateenijatel alati pärast kaht puhkepäeva, enne hommikusööki, peegeldavad analüüsitud hematoloogilised parameetrid peamiselt ajateenistusega kaasnevate koormuste pikaajalist toimet, mitte niivõrd eelmisel päeval toimunu akuutset mõju.

SBK läbimisega seotud koormuste mõju peegeldub sügisese grupi esimese 10 ja suvise grupi esimese 11 nädala vereproovide andmetes. Sügisese grupi ajateenijatel osutus erütrotsüütide arv vere ruumalaühikus, hemoglobiini kontsentratsioon ja hematokrit oluliselt suurenenuks kuus nädalat pärast SBK alustamist ning kümnendaks nädalaks olid need näitajad tõusnud veelgi võrreldes kuuenda nädala tasemega. Suvise grupi ajateenijatel SBK ajal ja nädal pärast SBK lõppu muutusi erütrotsüütide arvus vere ruumalaühiku kohta ega hemoglobiini kontsentratsioonis ei esinenud, kuid nädal pärast SBK lõppu oli oluliselt tõusnud hematokrit.

Piisav erütrotsüütide hulk veres on vajalik tagamaks hapniku transporti kudedesse (Mairlbäurl, 2013). Väga madal erütrotsüütide ja hemoglobiini hulk organismis (aneemia) pärsib vere hapniku transpordi võimet (Shier et al., 2016). Hemoglobiini kontsentratsiooni tõus (Calbet et al., 2006) ja erütrotsüütide arvu suurenemine vere ruumalaühikus (Bird et al., 2013) parandavad vastupidavuslikku töövõimet. Seega saab väita, et antud parameetrite tõus sügisese ajateenijate grupil on positiivne.

Vastuoluliselt käesolevas uuringus saadud tulemustega, on leitud hemoglobiini kontsentratsiooni ja erütrotsüütide arvu langust vere ruumalaühikus 12 nädalat kestnud eriüksuse kursuse (Koike et al., 2005) ja kuus nädalat kestnud kadettide baaskursuse (Gnanou et al., 2014) järgselt. Makras et al. (2005) leidsid, et neli nädalat kestnud õhuväe baaskursuse järgselt, oli lisaks eelpool mainitud parameetritele, oluliselt langenud ka hematokrit. Hematokrit, hemoglobiini kontsentratsioon ja erütrotsüütide arv vere ruumalaühikus võivad langeda plasma mahu suurenemise tõttu, mida põhjustab vastupidavustreening (Mairlbäurl, 2013). Liiga kõrge hematokrit tõstab vere viskoossust, mis suurendab koormust südamele (Mairlbäurl, 2013). Madalam vere viskoossus parandab aeroobset võimekust kuna paraneb hapniku transport

lihastesse (Wirnitzer & Faulhaber, 2007). Jalgpalluritel on leitud hematokriti langust 12 nädalase võistlusperioodi järgselt, kuid seejuures hemoglobiini kontsentratsioon ja erütrotsüütide arv vere ruumalaühikus oluliselt ei muutunud (Meyer & Meister 2011). Banfi et al. (2011) leidsid, et hemoglobiini kontsentratsioon ja hematokrit sportlastel langevad intensiivsemal treeningperioodil. Sügisel ajateenijate grupil on Ööpik et al. (2017) leidnud testosterooni taseme tõusu. Testosteroon stimuleerib erütropoeesi läbi erütropoetiini taseme tõusu, mis põhjustab lõpuks ka hemoglobiini kontsentratsiooni ja hematokriti tõusu (Bachman et al., 2014). Testosterooni taseme tõus võis põhjustada hemoglobiini kontsentratsiooni, hematokriti ja erütrotsüütide arvu tõusu vere ruumalaühikus sügisel grupil (Ööpik et al., 2017) kui ka hematokriti tõusu suvise grupi ajateenijatel.

MCV, MCH ja MCHC abil on võimalik välja selgitada aneemia etioloogia (Sarma, 1990). Sügisel ajateenijate grupil oli MCV uuringu alguses oluliselt kõrgem kui suvisel grupil. Sügisel ajateenijate grupil oli MCV langenud SBK teiseks nädalaks jäädes stabiilseks SBK lõpuni. MCV suvisel ajateenijate grupil SBK lõpuks statistiliselt oluliselt ei muutunud. MCH ei muutunud SBK ajal kummalgi ajateenijate grupil. Sügisel alustanud ajateenijate grupil oli MCHC uuringu alguses oluliselt madalam kui suvisel ajateenijate grupil. Sügisel ajateenijate grupil oli SBK nädalal MCHC oluliselt tõusnud jäädes stabiilseks SBK lõpuni. Suvise grupi ajateenijatel oli nädal pärast SBK lõpetamist MCHC oluliselt langenud.

Liiga kõrge MCV viitab aneemia vormile, mille korral on erütrotsüüdid õhukese membraaniga ja seetõttu ka haprad. Madal MCV võib viidata rauavaegusest tingitud aneemiale. MCH suureneb mikrotsütaarse ja väheneb makrotsütaarse aneemia korral (Shier et al., 2016). Lisaks on Asberg et al. (2013) leidnud, et MCH on mõõdukalt täpne hindamaks raua varude seisu organismis. Gnanou et al. (2014) leidsid, et kuus nädalat kestnud kadettide baaskursuse järgselt oli tõusnud MCV ja langenud MCHC. Koike et al. (2005) leidsid, et 12 nädalat kestnud eriüksuse kursuse järgselt oli MCV suurenenud. MCV langust on leitud ujujatel 18 nädalase treeningtsükli järgselt (Paraiso et al., 2017). Samas on Ostojic & Ahmetovic (2009) leidnud, et jalgpalluritel ei muutunud MCV hooaja jooksul. Schumacher et al. (2002) väidavad, et kõrgem MCV ja madalam MCHC viitavad nooremale erütrotsüütide populatsioonile. Kõrgem MCHC näitab ka erütrotsüüdi väiksemat deformeeritavust, mis on iseloomulik vanemale erütrotsüüdile (Conway et al., 2002). Noorematel erütrotsüütidel on suurem hapniku transpordi võime (Schumacher et al., 2002). Eelnevat arvesse võttes võiks arvata, et sügisel alustanud ajateenijatel SBK ajal, erütrotsüütide populatsioon pigem vananes. Võib oletada, et suvel alustanud ajateenijatel oli nädal pärast SBK

lõpetamist erütrotsüütide populatsioon pigem noorenenud, kuigi MCV tõus polnud statistiliselt oluline. SBK alguses oluliselt kõrgem MCV ja madalam MCHC sügisel ajateenijate grupil võrreldes suvise grupiga, võib viidata nooremale erütrotsüütide populatsioonile.

Sügisel alustanud ajateenijate grupil oli SBK lõpuks leukotsüütide arv vere ruumalaühikus oluliselt tõusnud, olles oluliselt kõrgem ka suvise ajateenijate grupi tulemustest. Suvisel ajateenijate grupil oli leukotsüütide arv vere ruumalaühikus oluliselt tõusnud kuus nädalat pärast SBK alustamist, kuid seejärel langenud SBK algusega samale tasemele. Lisaks selgus, et lümfotsüütide osakaal vere ruumalaühikus oli sügisel ajateenijate grupil oluliselt madalam ja neutrofiilide osakaal oluliselt kõrgem, kui suvisel grupil. SBK lõpuks oli sügisel ajateenijate grupil lümfotsüütide osakaal oluliselt tõusnud. Neutrofiilide osakaal oli langenud, kuid mitte statistiliselt oluliselt. Basofiilide osakaal oli sügisel ajateenijate grupil langenud SBK teiseks nädalaks, jäädes stabiilseks SBK lõpuni.

Leukotsütoos viitab akuutsele põletikule. Leukotsütoos võib tekkida ka raske treeningu, emotsionaalse seisundi või suure vedeliku kao tagajärjel. Leukopeenia võib viidata haiguslikule seisundile, näiteks gripile. Leukotsüütide alaliikide eristamine aitab haigusi diferentseerida, näiteks neutrofiilide osakaal suureneb bakteriaalsete infektsioonide korral. Eosinofiilide hulk suureneb allergiliste reaktsioonide korral (Shier et al., 2016). Erinevalt käesoleva uuringu tulemustest, on Gnanou et al. (2014) leidnud leukotsüütide arvu langust vere ruumalaühikus kuue nädalase kadettide baaskursuse järgselt. Autorid järeldasid, et selline muutus on tingitud treeningu järgsest immunoloogilisest adaptatsioonist (Gnanou et al., 2014). Koike et al. (2005) leidsid, et 12 nädalat kestnud eriüksuse kursuse järgselt, kus uneaeg ja päevane kaloraaž olid piiratud, leukotsüütide arv vere ruumalaühikus oluliselt ei muutunud. Malm et al. (2004) leidsid, et leukotsüütide arv vere ruumalaühikus oli jalgpalluritel viie päevase laagri järgselt langenud 20%. Selline muutus oli tingitud lümfotsüütide arvu vähenemisest. Laagris osales 18 inimest ja nendest 12 teatasid külmetussümptomitest laagri järgselt. Autorid järeldasid, et lümfotsüütide arvu langus võis olla haigestumiste üheks põhjuseks (Malm et al., 2004). Ka Claus et al. (2016) toovad välja, et madal lümfotsüütide tase suurendab võimalust nakatuda infektsioonidesse. Sellest võiks järeldada, et sügisese rühma immuunfunktsioon paranes SBK lõpuks. Sügisel alustanud ajateenijate leukotsüütide arvu tõus vere ruumalaühikus SBK lõpuks võib olla seotud aastaajaga. On leitud, et talvekuudel on leukotsüütide arv ruumalaühikus suurem kui suvekuudel (Liu & Taoli, 2015).

Trombotsüütide arv vere ruumalaühikus oli sügisel ajateenijate grupil tõusnud juba teisel nädalal pärast SBK alustamist, jäädes stabiilseks SBK lõpuni. Suvisel ajateenijate grupil tõusis trombotsüütide arv vere ruumalaühikus SBK kuuendaks nädalaks, kuid langes SBK lõpuks samale tasemele nagu SBK alguses. Alis et al. (2015) leidsid, et vastupidavussportlaste ja istuva eluviisiga meeste puhkeoleku trombotsüütide arv vere ruumalaühikus ei erine. Banfi et al. (2006) leidsid, et ragbi mängijatel trombotsüütide arv vere ruumalaühikus hooaja jooksul ei muutunud. Trombotsüütide arv vere ruumalaühikus ei muutunud ka kuus nädalat kestnud kadettide baaskursuse järgselt (Gnanou et al., 2014). Sarnaselt sügisese ajateenijate grupi tulemustega, on leitud trombotsüütide arvu suurenemist vere ruumalaühikus 12 nädalat kestnud eriüksuse baaskursuse järgselt (Koike et al., 2005). Singh et al. (2006) on leidnud kõrgemat trombotsüütide arvu vere ruumalaühikus treenitud jalgratturitel võrreldes treenimata indiviididega. Ööpik et al. (2017) on arvanud, et sügisel ajateenijate grupil esinenud trombotsüütide arvu tõus vere ruumalaühikus võib olla tingitud neile osaks saanud kehalisest koormusest. Liu & Taoli (2015) on leidnud, et trombotsüütide arv vere ruumalaühikus oli oluliselt kõrgem talvekuudel. Sügisel alustanud uuritavad lõpetasid SBK detsembris, suvel alustanud septembris. See võib olla põhjuseks, miks SBK lõpuks oli sügisel grupil trombotsüütide arv vere ruumalaühikus oluliselt kõrgem kui suvisel grupil.

Mõlemal grupil oli SBK lõpuks MPV oluliselt langenud. Trombotsüütide liigne aktivatsioon on seotud suurenenud kardiovaskulaarsete haiguste tekkeriskiga (Heber & Volf, 2015). Tuginedes asjaolule, et trombotsüütide aktiivsus korreleerub MPV-ga (Lippi et al., 2009), saab väita, et juba SBK jooksul trombotsüütide aktiivsus väheneb. Selline tulemus on kooskõlas ka Wang et al. (1995) saadud tulemustega, kus autorid leidsid, et mõõduka intensiivsusega kehaline treening kaheksa nädala jooksul vähendas trombotsüütide aktiivsust. Vastuoluliselt käesoleva uuringu tulemustega on Gnanou et al. (2014) leidnud MPV tõusu kuus nädalat kestnud kadettide baaskursuse järgselt.

5.2 Muutused pärast sõduri baaskursust

SBK jooksul hindas 67% ajateenijatest oma kehalist vormi varasemast paremaks ning ajateenistuse lõpul 58% (Oja & Piksööt, 2018). Seetõttu võib arvata, et kehalise koormuse osakaal langeb pärast SBK-d märkimisväärselt, mis võib mõjutada hematoloogilisi parameetreid.

Pärast SBK-d esinenud hematoloogilised muutused peegelduvad sügisesel grupil 15 nädalat ja suvisel grupil 14 nädalat pärast SBK-d võetud vereproovide andmetes.

Suvisel ajateenijate grupil oli pärast SBK-d erütrotsüütide arv vere ruumalaühikus oluliselt suurenenud, sügisesel ajateenijate grupil oli see jäänud samale tasemele nagu SBK lõpus. Hematokrit ja hemoglobiini kontsentratsioon ei muutunud oluliselt kummaski grupis. Kehat et al. (2003) on leidnud hematokriti ja erütrotsüütide arvu langust vere ruumalaühikus eriüksuslastel kahe aastase teenistuse järgselt. Allveelaeval teenivatel sõduritel, eelpool mainitud parameetrid, sama perioodi järgselt ei muutunud. Nii eriüksuslastel kui ka allveelaeval teenivatel sõduritel hemoglobiini kontsentratsioon ei muutunud (Kehat et al., 2003).

Pärast SBK-d oli MCV mõlemal grupil oluliselt langenud ja MCHC tõusnud. Nagu ka eespool mainitud, siis kõrgem MCV ja madalam MCHC viitavad nooremale erütrotsüütide populatsioonile (Schumacher et al., 2002). Käesolevas töös saadud tulemuste põhjal võib oletada, et pärast SBK-d erütrotsüütide populatsioon pigem vananes.

Leukotsüütide arv vere ruumalaühikus pärast SBK-d ei muutunud statistiliselt oluliselt kummalgi grupil. Suvisel ajateenijate grupil oli monotsüütide osakaal oluliselt langenud pärast SBK-d. Waterhouse et al. (2008) leidsid, et suurem monotsüütide arv vere ruumalaühikus on seotud kõrgeenenud kardiovaskulaarsete haiguste tekkeriskiga. Mõlemal grupil oli monotsüütide osakaal pärast SBK-d oluliselt madalam kui selle alguses.

Suvisel trombotsüütide arv vere ruumalaühikus pärast SBK-d oli oluliselt tõusnud ja sügisesel grupil langenud. Mõlema grupi trombotsüütide arv vere ruumalaühikus oli jäänud kõrgemaks kui SBK alguses.

MPV oli sügisesel grupil pärast SBK-d tõusnud ja suvisel jäänud samale tasemele. Wang et al. (1995) leidsid, et pärast kaheksa nädalat kestnud treeningtsükli vähenes trombotsüütide aktiivsus. 12 nädalat kestnud detreeningu järgselt oli trombotsüütide aktiivsus tõusnud samale tasemele nagu enne treeningtsükli (Wang et al., 1995). Kuna MPV peegeldab trombotsüütide aktiivsust (Lippi et al., 2009), võib MPV tõus olla märk detreeningust. Kuna mõlemal grupil oli MPV jäänud oluliselt madalamaks võrreldes SBK algusega, saab väita, et teenistuse jooksul trombotsüütide aktiivsus langeb.

6. JÄRELDUSED

1. Ajateenistuse ajal ilmnesid kõigi uuritud hematoloogilistse parameetrite osas muutused, mis jäävad kliinilise normi piiresse, kuid mille mõju tervisele ja töövõimele võib hinnata positiivseks, kuigi erütrotsüütide populatsioon pigem vananes.
2. SBK ajal oli hematoloogiliste parameetrite muutuste muster kahes ajateenijate grupis erinev, kuid SBK lõpuks piirdusid gruppidevahelised erinevused trombotsüütide ja leukotsüütide suurema arvuga vere ruumalaühiku kohta sügiseses ajateenijate grupis.
3. Analüüsitud hematoloogilistes parameetrites 24-25 nädalat pärast SBK algust gruppide vahel erinevusi ei esinenud, kuid mõlemas grupis olid oluliselt kõrgenenud erütrotsüütide ja trombotsüütide arv vere ruumalaühikus ja MCHC ning langenud MCV, MCH ja MPV.

7. KASUTATUD KIRJANDUS

1. Alis R, Sanchis-Gomar F, Risso-Ballester J, Blesa J, Romagnoli M. Effect of training status on the changes in platelet parameters induced by short-duration exhaustive exercise. *Platelets* 2015; 27(2):117-122.
2. Åsberg AE, Mikkelsen G, Aune MW, Åsberg A. Empty iron stores in children and young adults-the diagnostic accuracy of MCV, MCH, and MCHC. *International Journal of Laboratory Hematology* 2013; 36(1):98-104.
3. Bachman E, Travison TG, Basaria S, Davda MN, Guo W, et al. Testosterone induces erythrocytosis via increased erythropoietin and suppressed hepcidin: evidence for a new erythropoietin/hemoglobin set point. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences* 2013;69(6):725-735.
4. Banfi G, Fabbro M, Mauri C, Corsi M, Melegati G. Haematological parameters in elite rugby players during a competitive season. *Clinical and Laboratory Haematology* 2006;28(3):183-188.
5. Belviranlı M, Okudan N, Kabak B. The effects of acute high-intensity interval training on hematological parameters in sedentary subjects. *Medical Sciences* 2017; 5(4):15.
6. Bird SR, Linden M, Hawley JA. Acute changes to biomarkers as a consequence of prolonged strenuous running. *Annals of Clinical Biochemistry*. 2014;51(2):137-150.
7. Calbet J, Lundby C, Koskolou M, Boushel R. Importance of hemoglobin concentration to exercise: Acute manipulations. *Respiratory Physiology & Neurobiology* 2006; 151(2-3):132-140.
8. Claus M, Dychus N, Ebel M, Damaschke J, Maydych V, et al. Measuring the immune system: a comprehensive approach for the analysis of immune functions in humans. *Archives of Toxicology* 2016;90(10):2481-2495.
9. Conway A, Vora AJ, Hinchliffe RF. The clinical relevance of an isolated increase in the number of circulating hyperchromic red blood cells. *Journal of Clinical Pathology* 2002; 55(11):841-844.
10. El-Sayed M, Ali N, El-Sayed Ali Z. Aggregation and activation of blood platelets in exercise and training. *Sports Medicine* 2005; 35(1):11-22.
11. Gleeson M, Bosch J. The human immune system. In: Gleeson M, Bishop N, Walch N, eds. *Exercise immunology*. London: Routledge: 2013, 21-63.

12. Gnanou J, Caszo B, Khalin I, Leong S, Knight V, Bidin M. The effect of 6-weeks military training on blood hematological parameters in untrained recruits in a military university. *International Medical Journal* 2014; 3(3):1479.
13. Heber S, Volf I. Effects of physical (in)activity on platelet function. *BioMed Research International* 2015; 2015:1-11.
14. Holinstat M. Normal platelet function. *Cancer and Metastasis Reviews* 2017; 36(2):195-198.
15. Horn P, Pyne D, Hopkins W, Barnes C. Lower white blood cell counts in elite athletes training for highly aerobic sports. *European Journal of Applied Physiology* 2010; 110(5): 925-932.
16. Hulmi JJ, Myllymaki T, Tenhumaki M, Mutanen N, Puurtinen R, et al. Effects of resistance exercise and protein ingestion on blood leukocytes and platelets in young and older men. *European Journal of Applied Physiology* 2010; 109(2): 343-353.
17. Kaitseresursside Amet 2018. <https://www.kra.ee/ajateenistus/ajateenistusest/valjaoppetsukkel/> 30.04.18
18. Kaitseresursside Amet 2018. https://www.kra.ee/static/aruanne_kaitsevaekohustuse_taitmisest_riigis_2016.pdf 30.04.18
19. Koike Y, Isozaki A, Nomura Y, Fujitsuka S. Effect of 12 weeks of strenuous physical training on hematological changes. *Military Medicine* 2005; 170(7):590-594.
20. Kraemer WJ, Fleck SJ, Deschenes MR. Cardiovascular system. In: Kraemer WJ, Fleck SJ, Deschenes MR, eds. *Exercise physiology: integrating theory and application*. 1. edition. Philadelphia: Wolters Kluwer, Lippincott Williams & Wilkins; 2012, 135-167.
21. Kratz A, Lewandowski KB, Siegel AJ, Chun KY, Flood JG, et al. Effect of marathon running on hematologic and biochemical laboratory parameters, including cardiac markers. *American Journal of Clinical Pathology* 2002; 118(6):856-863.
22. Lippi G, Filippozzi L, Salvagno GL, Montagnana M, Franchini M, Guidi GC, et al. Increased mean platelet volume in patients with acute coronary syndromes. *Archives of Pathology & Laboratory Medicine* 2009; 133(9):1441–1443.
23. Lippi G, Maffulli N. Biological influence of physical exercise on hemostasis. *Seminars in Thrombosis and Hemostasis* 2009; 35(03):269-276.

24. Liu B, Taioli E. Seasonal variations of complete blood count and inflammatory biomarkers in the US population - analysis of NHANES data. PLoS ONE 2015; 10(11):e0142382.
25. Mairbaurl H. Red blood cells in sports: effects of exercise and training on oxygen supply by red blood cells. Frontiers in Physiology 2013;4.
26. Makras P, Koukoulis G, Bourikas G et al. Effect of 4 weeks of basic military training on peripheral blood leucocytes and urinary excretion of catecholamines and cortisol. Journal of Sports Sciences 2005; 23(8):825-834.
27. Malczewska-Lenczowska J, Sitkowski D, Orysiak J, Pokrywka A, Szygula Z. Total haemoglobin mass, blood volume and morphological indices among athletes from different sport disciplines. Archives of Medical Science 2013; 5:780-787.
28. Malm C, Ekblom Ö, Ekblom B. Immune system alteration in response to increased physical training during a five day soccer training camp. International Journal of Sports Medicine 2004;25(6):471-476.
29. Meyer T, Meister S. Routine Blood Parameters in Elite Soccer Players. International Journal of Sports Medicine 2011; 32(11):875-881.
30. Michishita R, Shono N, Inoue T, Tsuruta T, Node K. Effect of exercise therapy on monocyte and neutrophil counts in overweight women. American Journal of Medical Science 2010; 339:152-156.
31. Montero D, Lundby C. Red cell volume response to exercise training: Association with aging. Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports 2016; 27(7):674-683.
32. Neves PRDS, Tenório TRDS, Lins TA, Muniz MTC, Pithcon-Curi TC et al. Acute effects of high- and low-intensity exercise bouts on leukocyte counts. Journal of Exercise Science & Fitness 2015; 13(1):24-28.
33. Oja L, Piksööt J. Ajateenijate füüsilise ja vaimse tervise ning kehalise võimekuse muutused teenistuse jooksul. In. Ajateenijate hoiakute, tervise ja käitumise muutumine ajateenistuse käigus. KVÜÕA, Tartu Ülikool, TAI, SJKK 2018; 28-39.
34. Ostojic S, Ahmetovic Z. Indicators of iron status in elite soccer players during the sports season. International Journal of Laboratory Hematology 2009; 31(4):447-452.
35. Paraiso LF, Goncalves-e-Oliveira AFM, Cunha LM, de Almeida Neto OP, Pacheco AG, et al. Effects of acute and chronic exercise on the osmotic stability of erythrocyte membrane of competitive swimmers. PLoS ONE 2017; 12(2): e0171318.

36. Sarma PR. Red Cell Indices. In: Walker HK, Hall WD, Hurst JW, eds. Clinical methods: the history, physical, and laboratory examinations. 3rd edition. Boston: Butterworths; 1990. Chapter 152.
37. Saygin O, Karacabey K, Ozmerdivenli R, Zorba E, Ilhan F. et al. Effect of chronic exercise on immunoglobulin, complement and leukocyte types in volleyball players and athletes. *Neuro endocrinology letters* 2006;27(1-2): 271-276.
38. Schumacher Y, Jankovits R, Schmid A, Berg A. Hematological indices in elite cyclists. *Medicine & Science in Sports & Exercise* 2002;34(5):S20.
39. Shaskey D, Green G. Sports haematology. *Sports Medicine* 2000; 29(1):27-38.
40. Shier D, Butler, J, Lewis R. Blood. In: Shier D, Butler, J, Lewis R, eds: *Hole's human anatomy & physiology*. 14th edition, Dubuque, IA: McGraw-Hill. 2016, 527-552.
41. Simpson RJ. The effects of exercise on blood leukocyte numbers. In: Gleeson M, Bishop N, Walch N, eds. *Exercise immunology*. London: Routledge: 2013, 21-63.
42. Singh I, Quinn H, Mok M, Southgate RJ, Turner AH et al. The effect of exercise and training status on platelet activation: Do cocoa polyphenols play a role? *Platelets* 2006; 17(6):361-367.
43. Smith S, Travers R, Morrissey J. How it all starts: Initiation of the clotting cascade. *Critical Reviews in Biochemistry and Molecular Biology* 2015; 50(4):326-336.
44. Streczala AJ. The stress response to an acute heavy resistance exercise protocol. Master's Theses. Connecticut: University of Connecticut; 2014
45. Tekkel M, Veideman T: *Health Behavior among Estonian Adult Population*, 2014. National Institute of Health Development, Tallinn, 2015.

46. Wang J, Jen C, Chen H. Effects of exercise training and deconditioning on platelet function in men. *Arteriosclerosis, Thrombosis, and Vascular Biology* 1995; 15(10):1668-1674.
47. Wardyn G, Rennard S, Brusnahan SK, McGuire TR, Carlson LM, et al. Effects of exercise on hematological parameters, circulating side population cells, and cytokines. *Experimental Hematology* 2008; 36(2):216-223.
48. Waterhouse D, Cahill RA, Sheehan F, McCreery CJ. Prediction of calculated future cardiovascular disease by monocyte count in an asymptomatic population. *Vascular Health and Risk Management* 2008; Volume 4:177-187.
49. Wirnitzer KC, Faulhaber M. Hemoglobin and hematocrit during an 8 day mountainbike race: A field study. *Journal of Sports Science and Medicine* 2007; 6(2):265-266.
50. Viru A, Viru M. Hematological and immunological indexes and water-electrolyte balance. In. Viru A, Viru M, eds. *Biochemical monitoring of sport training*. Champaign, IL: Human Kinetics; 2001, 113-138.
51. Ööpik V, Timpmann S, Rips L, Olveti I, Kõiv K et al. Anabolic adaptations occur in conscripts during basic military training despite high prevalence of vitamin D deficiency and decrease in iron status. *Military Medicine* 2017;182(3):e1810-e1818.

AUTORI LIHTLITSENTS

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

Mina, Jass Kivitar

(autori nimi)

(sünnikuupäev: 29.01.1991)

1. annan Tartu Ülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose:

Hematoloogiliste parameetrite muutused ajateenijatel ajateenistuse esimese 25 nädala vältel

(lõputöö pealkiri)

mille juhendajad on PhD Vahur Ööpik ja MSc Saima Timpmann

(juhendaja nimi)

1.1. reprodutseerimiseks säilitamise ja üldsusele kättesaadavaks tegemise eesmärgil, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace-is lisamise eesmärgil kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;

1.2. üldsusele kättesaadavaks tegemiseks Tartu Ülikooli veebikeskkonna kaudu, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace'i kaudu kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni.

2. olen teadlik, et punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile.

3. kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest tulenevaid õigusi.

Tartus/Tallinnas/Narvas/Pärnus/Viljandis, _____ *(kuupäev)*